

都立大学 会員 村田二郎
都立大学。会員 川崎道夫

1. まえがき 本研究は、フェロセメントに関する一連の研究のうち、小型船への利用を目的として行ったものであって、フェロセメント板の有効な厚さの検討、船長30m程度の船体構造の試的設計、これに用いるフェロセメント部材の載荷試験結果についてとりまとめたものである。

2. フェロセメント船の試的設計 (1)設計条件 船種: 木造機形船、船長(L): 30m、船体比重: 2.0、波形: トロコイド波、最大波高: 1.5m (2)主寸法の決定 船幅: $\frac{L}{6} + 1.00 = 6.00\text{m}$ 、船高: $\frac{L}{10} = 3.00\text{m}$ 、部材厚さ: 6cm (補強材部材断面中央に中6mmの丸鋼を5cm間隔の格子状に配置し、その両側に中1.2mmの鋼金網を各8層配置)を仮定、(3)縦曲げ応力の計算 (i)荷重曲線の決定: 荷重曲線は、船長方向に沿って(自重+荷重)-浮力の計算を行った(図-1)。ここで浮力は、ボギング状態(波頂が船体中央にあり波底が船首尾にある状態)、サギング状態(波底が船体中央にあり波頂が船首尾にある状態)より求めた。(ii)最大せん断応力、最大曲げ応力: 荷重曲線を船長方向に積分してせん断力図をさらに積分して曲げモーメント図を求め、それぞれの最大値 S_{max} 、 M_{max} より τ_{max} および σ_{max} を計算した。(4)局部曲げ応力の計算 肋骨心距を50cmとする連続板と考えて τ_{max} および σ_{max} を求めた(表-1)。(5)安全性の検討 局部曲げおよび縦曲げより計算された船底部材の最大曲げ応力は28.1%、また船体中央の τ_{max} は6.6%となった。 σ_{max} は、安全率1.5としたひびわれ許容曲げ応力33.3%(曲げひびわれ縁応力50%)以内にあり安全である。なお厚さ5cmとして計算した結果 σ_{max} は38.9%となった。

3. フェロセメント板(FC板)の有効な厚さの検討 FC板の有効な厚さを検討するため、厚さ3~15cmの同鋼材比をもつ鉄筋コンクリート板(RC板)と初期ひびわれモーメント(M_c)および終局曲げモーメント(M_u)について比較を行った。比較は計算と実験の両者について行ない、計算に際しては、FC板を鉄筋を多めに配したRCとして、またRC板は鉄筋を複鉄筋に配する構造とした。計算に用いた鋼材の機械的性質およびモルタルの性質を表-2に示す。実験は厚さ5, 6, 10cmの3部材について実施し、 M_c 、 M_u の測定をした。なお初期ひびわれの測定は目視によった。図-2は、部材厚さと M_c と M_u の関係を計算値と実験値について示したものである。FC板の計算値はいずれの部材厚さにおいてもRC板を下回っているが、 M_c の実験値は厚さ5cmでRC板の1.54倍、厚さ6cmで1.15倍となり、厚さ5~6cm以下ではFC板が有利であることを示している。これはFC板が繊維強化型の複合材料であると同時に粒子強化型の効果を有すると思われる。また M_u については、FC板が計算上各部材厚5cm以下で有利に示されている。実験結果はRC板が上回っているがこれは使用した鉄筋の降伏点か予想以上に大であったためである。

4. 船体部材の載荷試験 (1)繰返し曲げ試験 繰返し曲げ試験に供した部材の寸法は、図-3に示す通りであ

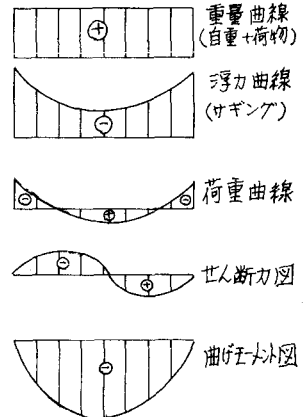


図-1 縦曲げによる各図

表-1 フェロセメント船各部材

応力の種類	縦曲げ	局部曲げ	合計	
せん断	S_{max} (t) 船	21.81	—	
	τ_{max} (kg/cm ²) 側	6.6	—	6.6
曲	S_{max} (t) 船	21.81	5.47	
	σ_{max} (kg/cm ²) 底	0.1	2.3	2.4
曲	M_{max} (t·m) 船	208.06	0.46	
	σ_{max} (kg/cm ²) 底	15.9	12.7	30.6

表-2 計算に用いた材料の性質および条件

種類	鋼材寸法		機械的性質			鋼材の種類	摘要
	直径 (mm)	間隔 (mm)	降伏点 (kgf/cm ²)	引張強さ (kgf/cm ²)	降伏比		
FC板	1.2	10.2	29	31	0.94	鋼金網	FC板は断面中央に中6丸鋼を5cm間隔に、金網を25mm厚さに1層配置した。RC板は鋼金網に配置かつリブの両側
木板	6	50	31	40	0.78	中6丸鋼	
RC板	6	—	31	40	0.78	中6丸鋼	
木板	9.5 ^{RI}	—	39	53	0.74	D10	

EILタールの性質: $\sigma_{cu} = 800 \text{ kgf/cm}^2$, $\sigma_{tu} = 29.1 \text{ kgf/cm}^2$,
 $E_u = 0.04$, 応力分布: Mcの計算では引張域での弾性域と圧縮域の区別をしない。Muの計算では圧縮側EILを長方形断面とした。

モルタルの性質: $\sigma_{cu} = 800 \text{ kgf/cm}^2$, $\sigma_{tu} = 29.1 \text{ kgf/cm}^2$, $E_{cu} = 0.04$, 応力分布: M_c の計算では引張域での弾性域と引張域の境界を1:1とした。 M_u の計算では引張域モルタルを長方形分布とした。

*1: D10の公称直径 *2: 0.2%ひびきにおける耐力

